5

xfr% cy! p

परितः पश्यन्तु भवन्तः। विहायसि डयमाना विहङ्गाः, क्रीडाङ्गने धावन्तः बालाः, कुल्यायां प्रवहन्ती जलधारा, घट्या दोलायमानः दोलदण्डः, छदि परिभ्रमद् व्यजनम् – एतादृशानि बहूनि वस्तूनि सन्ति यत्र तानि चलन्ति इति कथयामः। परन्तु एतच्चलनं किमिति प्रश्नः?

मार्गस्य पार्श्वे स्थितो वृक्षः, उद्याने पतिताः पाषाणाः, विद्यालयभवनम् चेति विषयेषु वयं कथयामो यत् तत्सर्वमेव स्थिरमिति। अर्थात् एतत्सर्वं न चलति। परन्तु वयं किमर्थमेतद् ब्रूमः?

चलनं गतिर्वा जीवनस्य अत्यावश्यको विषयः। चिन्तयन्तु, यदि भवतां विद्यालयस्य सर्वविधा गतयः स्थगिता भवन्ति, यदि वयं स्थिराः भवामस्तर्हि किं भवेत्?

गतेः मूलं कारणं किम् इति अयमपि प्रश्नः अत्र भवति। वस्तूनां गतिपरिवर्तनं कथं भवति? गतेर्नियमनं कस्य सिद्धान्तस्य अनुसारि भवति?

आगच्छन्तु, अस्मिन् पाठे वयं गतिः, तस्याः प्रकाराः, तस्याः कारणानि चेति विषयान् पठामः। एतान् अतिरिच्य गतौ बलस्य प्रभावः तथा घर्षणनामकस्य गतिरोधकस्य बलस्य विषयेऽपि अध्ययनं कुर्मः।

fVIi.kh

mÌ';kfu

पाठमिमं पठित्वा भवन्तः क्षमा भविष्यन्ति :

- भवतां परितः जायमानासु विविधासु गतिषु पार्थक्यनिर्णये ;
- विराम–गतिविषयकबोधे ;
- द्रव्यमानविषये तथा भारविषये बोधे ;
- घर्षणबलस्य अवगमने च ।

5-1 fojke% xfr'p

यदा भवान् गृहात् स्थानान्तरं गच्छति तदा समयानुगुणं भवतः स्थितिः परिवर्तते। समयानुसारं वस्तुनः स्थितौ परिवर्तनमेव गतिरित्युच्यते।

चित्र 5.1 कुछ गतिमान वस्तुएँ

इदानीं भवान् मार्गपार्श्वे स्थितं वृक्षं चिन्तयतु। पूर्वतने दिवसे स यत्र स्थितः आसीत्, अद्यापि तत्रैव तिष्ठति। समयानुसारं तस्य स्थानम् न परिवर्तते। तस्मात् स वृक्षः स्थिरः अर्थात् विरामावस्थायां वर्तते। तस्मात् यानि वस्तूनि समयानुसारं स्वस्थानम् न परिवर्तयन्ति, तानि विरामावस्थायां सन्ति इत्युच्यते।

xr% çdkjk%

उपरि प्रदत्तेषु चित्रेषु दर्शिताया गतेर्विषये चिन्तयन्तु। किं तत्र सर्वत्र समाना एव गतयः सन्ति?

1. डयमाना विहङ्गाः
2. उच्चकैः पतितं कन्दुकम्
3. समतलभूमौ स्खलितपदो बालः
4. भ्रमरः (लट्टू)
5. चक्रदोलायाम् (Merry-go-round) दोलायमानाः बालाः
6. दोलायां दोलयन्तो बालाः

आयान्तु, एता गतीः वयं विश्लेषयाम तदाधारेण च एतासां वर्गीकरणं कुर्याम।

M;ekuk% fog³xk% एकस्मिन् अनियमितपथि गच्छन्ति, गमनकाले कामम् एतासां गतेः दिशाम् परिवर्तयन्ति। एतादृशी गतिः अनियतगतिः अथवा यादृच्छिककगतिः इत्युच्यते।

mUurn'kkr irr dUnde एकस्यां सरलरेखायां चलति। सर्वदैव एतस्य सर्वोऽपि अंशः एकस्यामेव दिशि गच्छन् दृश्यते। एतादृशी गतिः

d{kk & %o

fVIi.kh

रैखिकी गतिः रेखामयी गतिः अथवा पाङ्क्तगति इति उच्यते। एवमेव समतलभूमौ स्खलितस्य बालस्य गतिरपि रैखिकी गतिरित्युच्यते।

HkejL; ¼yê½ xfr% घूर्णा, चक्राकारा भवति, यत्र भ्रमरः स्वाक्षे सर्वासु दिक्षु चक्ररूपेण घूर्णति।

pØnkyk;ke ckydk% वृत्ताकारपथि एकस्मिन् अक्षे चतुसृषु एव दिक्षु परिभ्रमन्ति। एतादृशी गतिः वृत्तीयगतिरित्युच्यते।

nkyk;k nkyk;Urk ckyk% असकृद् एकस्य मध्यबिन्दोः सम्मुखभागे पृष्ठदेशे च गमनागमने कुर्वन्ति, घूर्णते। एतादृशी गतिः दोलनगतिरित्युच्यते।

कदाचित् केषाञ्चित् वस्तूनां गतिः तादृशी भवति, यत्र युगपद् बहुविधाः गतयः सम्भवन्ति। यथा यानस्य चक्रं स्वस्य अक्षे यथा घूर्णति तथा अग्रे अपि प्रसरति। तस्मात् यानचक्रस्य गतिः रैखिकी घूर्णा च भवति।

fØ;kdyki% 5-1

fHkork fd dr0;e & विविधप्रकाराणां गतीनां विषये अध्ययनम्।

Hkork fdeif{kre & एको लघुपाषाणः, सूत्रम्, प्रतिलिपिकरणपत्रम्, लेखनी चेति।

Hkork dFk dj.kh;e &

1. आदावेव पाषाणखण्डं त्रिचतुरवारं विविधेभ्य उच्चौःस्थलेभ्यः पातनीयम्।
2. तदनु पाषाणं सूत्रेण बध्वा वृत्ताकारेण भ्रामयतु।
3. इदानीं पाषाणोऽयं सूत्रेण बध्वा एकस्मिन् कीले स्थापयतु।

एकस्यां दिशि प्रसार्य सूत्रबद्धं पाषाणखण्डं त्यजतु। ततः तस्य गतिम् अवलोकयतु।

4. एवमेव प्रतिलिपिकरणपत्रे पूर्वदृष्टतथ्यानां लेखनकाले लेखन्या मसीनिर्गमनस्थलस्य गतिम् अवलोकयतु।

Hkork fd –"Ve &

1. प्रथमदशायां पाषाणस्य गतिः रैखिकी गतिर्भवति।
2. द्वितीयदशायां पाषाणः वृत्तीयपथि भ्रमति।
3. तृतीयदशायां पाषाणस्य गतिः दोलनगतिर्भवति।
4. अपरतः लेखन्याः मसीनिर्गमनस्थलस्य गतिः यदृच्छया परिवर्तते।

ikBxrk ç'uk 5-1

1. अधोलिखितेषु किं वस्तु गतिशीलम् अस्ति? किञ्च वस्तु विरामावस्थायाम् अस्ति?

(क) प्रहारादनन्तरकालिकं पादकन्दुकम्।

(ख) चलद्घटीयन्त्रस्य शलाका।

(ग) भवतः अधिकक्षं श्यामफलकम्।

(घ) सौरपरिवारस्य ग्रहः

2. अधोलिखिता गतयः किंप्रकारकाणां गतीनामुदाहरणानि–

(क) क्रीडाङ्गने यष्टिगोलक्रीडनकाले क्रीडकस्य गतिः।

(ख) दोलायां दोलायतो बालस्य गतिः।

(ग) सोपानमारोहतो जनस्य गतिः।

(घ) सूर्यं परितः भ्रमन्त्याः पृथिव्या गतिः।

d{kk & %

fVIi.kh

xrfoloj.kk; ç;|äkfu fof'k"Vinkfu &

दूरत्वम्, विस्थापनम्, चालः, वेगः, त्वरणम् चेति।

¼d½ **njRoe &** वयं चलवस्तुनो विषये कथयामश्चेत् पश्यामो यत् समयानुसारं तद् वस्तु स्वस्थानं परिवर्तयति। किमपि वस्तु एकस्मात् स्थानात् स्थानान्तरं येन मार्गेण गच्छति, तस्य मार्गस्य यद् दैर्घ्यं तत् तेन वस्तुना अतिक्रान्तं दूरत्वम् इत्युच्यते। यथा चिन्तयतु भवान् स्वकक्षातः १००–मिटर् दूरस्थितं क्रीडाङ्गनस्थम् एकं वृक्षं यावत् सरलमार्गेण गत्वा पुनः २०–मिटर् मार्गं प्रत्यागच्छति चेत् भवता अतिक्रान्तं समग्रदूरत्वं १२०–मिटर् भवति।

¼[k½ **foLFkkiue &** अस्माभिः इदानीं दूरत्वस्य परिभाषा प्रोक्ता। कस्मादपि सन्दृब्धस्थानात् कस्यापि वस्तुनः दूरत्वमात्रमुच्यते चेत् तस्य वस्तुनः तत्त्वतः कुत्र वर्तते इति वास्तविकी स्थितिः ज्ञातुं न शक्यते।

आगच्छतु, एकेन उदाहरणेन वयं विषयमिमम् अवगच्छाम। चिन्तयतु भवतो मित्रं भवान् कथयति यत् अस्मात् स्थानात् २–किमिपरिमितं स्थानं गत्वा भवान् मदीयं गृहं प्राप्स्यति इति। परन्तु स किं निश्चयेन भवतः गृहं प्राप्यसि? नैव, यतो हि इदं २–किमिपरिमितं दूरं यस्यां कस्यामपि दिशि भवितुम् अर्हति।

परन्तु यदि भवान् स्वमित्रं कथयति यत् अस्मात् स्थानात् पश्चिमदिशि २–किमिपरिमितं दूरं गच्छति चेत् गृहं प्राप्स्यति तदा स गृहं प्राप्स्यत्येव। दूरत्वस्य विषये प्रदत्तमुदाहरणं पुनः विचारयामश्चेद् वयं पश्याम यत् यतः १००–मिटरपरिमितं दूरं गत्वा पुनः २०–मिटरपरिमितं दैर्घ्यं वयं प्रत्यागतवन्तः तस्मात् प्रारम्भिकस्थानात् भवतः विस्थापनं भवति ८०–मिटरपरिमितम्। यतो हि दूरेत्वेन सह यस्यां दिशि तद् वस्तु वर्तते तस्याः निर्धारितदिशः वर्णनमपि दत्तम्।

fØ;kdyki% 5-2

Hkork fd dr0;e & दूरत्वस्य विस्थापनस्य च मध्ये भेदः अवगन्तव्यः।

Hkork fde vif{krEk & मीटरमापकम्, रेखाचित्रम्, द्विदलस्य चणकस्य वा खण्डः, मापिका, अङ्कनी चेति।

Hkork dFk dj.kh;e &

1. पत्रे एकं चिह्नं (A) अङ्कयतु। A–बिन्दोः उपरि द्विदलस्य खण्डं स्थापयतु।
2. द्विदलखण्डं A–बिन्दोःसरलरेखानुसारं पूर्वस्यांदिशि १२–सेमिपरिमितेदूरेस्थितं B–बिन्दुं यावत्चालयित्वास्थापयतु।
3. द्विदलखण्डमिदंठ–बिन्दोः५–सेमिदूरस्थितं B–बिन्दुं यावत् प्रचाल्य स्थापयतु।
4. इदानीं भवान् द्विदलखण्डस्य विस्थापनं तथा तेन अतिक्रान्तं दूरत्वस्य परिमाणञ्च जानातु।

Hkork fd –"Ve &

1. दूरत्वम् = AB + BC = 12 सेमि. + 5 सेमि. = 17 सेमि.
2. विस्थापरन = AC = 13cm सेमि उत्तरपूर्वदिशि

चित्र 5.2 विभिन्न गतियाँ

¼x½ **pky% &** क्वचित् चलतां वस्तूनां गतौ तुलना आवश्यकी भवति। चित्रगतानाम् वस्तूनां गतौ तुलनां कुर्मश्चेत् पश्याम यत् शम्बुकः शनैः शनैः गच्छति विमानञ्च वेगेन गच्छति। शम्बुक एकया होरया ०.०५–किलोमिटरपरिमितं दूरत्वम् कथञ्चित् अतिक्रामति, अपरतश्च विमानं २००–किलोमिटरपरिमितं ततोऽधिकं वा दूरत्वम् अतिक्रामति। विशिष्टे काले किमपि वस्तु यावद् दूरत्वम् अतिक्रामति तद्वस्तुनः चालो गतिः वा भवति। अयञ्च चालः वस्तूनां गतिषु तुलनासम्पादने सहायको भवति।

यदि दूरत्वं मीटर् (m) द्वारा, समयञ्च क्षण (second)द्वारा मामः, तर्हि चालस्य मापकं मीटर्ध्सेकण्ड अर्थात् मीटर् प्रतिक्षणं भवति।

¼?k½ **osx% &** कस्यापि वस्तुनः चालेन एतत्तु ज्ञायते यत् तद् वस्तु कियत् शीघ्रं चलति इति। परन्तु कतिपयनिमेषानन्तरं तद् वस्तु किं स्थानं प्राप्स्यति तस्य ज्ञानाय तत् कस्यां दिशि गच्छति तस्य अपि ज्ञानम् अपेक्षते। एवञ्च येन मानेन किमपि वस्तु कस्यांश्चिद् दिशि यावच्छीघ्रं धावति इति निश्चीयते तदेव वस्तुनो वेग इत्युच्यते।

विस्थापनस्य मापकं मीटर् भवति समयस्य च क्षणः (सेकेण्ड्)। तस्माद् वेगस्य मापकं भवति मीटर् प्रतिक्षणम् (m/s)।

¼³½ **Roj.ke~ &** यदा वयं यानेन प्रस्थानं कुर्मस्तदा किं यानस्य चालः सदा समानगतिको भवति? भवान् जानाति यत् एवं कदापि न भवति। विरामावस्थातः चलनं प्रारभ्य तत् शनैः शनैः स्वचालं वर्धयति। मार्गे प्रतिबन्धके सति तस्य चालो न्यूनीभवति तथा च परवर्ति–स्थानके प्राप्ते शनैः शनैः न्यूनीभवत् तद्विरमति। चालः सर्वदा समानश्चेदपि दिशायां परिवर्तितायां वेगः परिवर्तते। क्षणकाले कस्यचिद् वस्तुनो वेगे एतादृशं परिवर्तनं त्वरणमित्युच्यते।

xfr% cy, p

वेगस्य मापकं भवति मीटर् प्रतिक्षणम् (ms^{-1})किञ्च कालस्य सेकेण्ड भवति। एतदर्थं त्वरणस्य मापकं भवति (ms^{-1})।

ikBxrk% ç'uk% 5-2

1. रिक्तस्थानानि पूरयत–

   (i) केनचिद् वस्तुना अतिक्रान्तं दूरत्वं तस्य वस्तुनो अतिक्रान्तमार्गस्य .... भवति।

   (ii) वस्तुनः विस्थापनस्य कथनाय तेन वस्तुना अतिक्रान्तं .... तथा गतेः .... द्वयोरेव आवश्यकता अस्ति।

   (iii) यदि वस्तुनः चालः प्रतिहोरं ३०–किमि भवति तर्हि एकहोरया तद् .... किमि दूरत्वम् अतिक्रमितुं शक्नोति।

   (iv) वस्तुनो वेगः परिवर्तते चेत् तत्र ....

   (v) यदि वस्तु का वेग बदल रहा हो तो इसमें .... हो रहा है।

2. चालस्य सामान्यघटकं किं भवति?

3. त्वरणस्य सामान्यघटकं किमस्ति?

5-2 xfrifjorluL; dkj.ke & cyEk

भवता एतद् दृष्टं स्यात् यद् मार्गपार्श्वे स्थितः पाषाणः तावत् स्थानं न परिवर्तते यावत् कश्चन तं बलात् अपसारयति आकृष्य दूरं निक्षिपति वा। एवमेव कस्यचिद् वस्तुनः चालस्य गतेर्वा परिवर्तनाय तत्र आघातः आकर्षणं वा कर्तव्यं भवति। कस्यचिद् वस्तुन उपरि य आघात आकर्षणं वा क्रियते तद् बलमित्युच्यते।

fVIi.kh

ा का प्रदर्शन

xrfu;ek%

गतौ बलप्रयोगस्य प्रभावविषये जनानाम् आबहोः कालादेव ज्ञानमासीत्। परन्तु गतौ बलस्य प्रभावविषयकं विस्तृतम् अध्ययनं प्रख्यात आङ्गलवैज्ञानिक आइजकन्यूटन्महोदय (१६४२–१७२७) एव विहितवान् तथा स्वीयाध्ययनस्य परिणामं त्रिभिः नियमैः प्रस्तुतवान्।

¼1½ U;wVuegksn;L; xfrfo"k;d% çFkek fu;e%

नियमस्य अवगमनात् प्राक् कानिचन कार्याणि कुर्म –

fØ;kdyki% 5-3

Hkork fd; dr¡0;e~ & स्थिरवस्तुनि स्थिरतया अवस्थानस्य प्रवृत्तिः अवलोकनीया।

Hkork fde~ vifs{kre~ & एकं स्थूलं मसृणञ्च पत्रम्, काचनिर्मितः चषकः, एकरूप्यकनाणकम्

Hkork dFka dr¡0;e~ &

1. एकस्याम् उत्पीठिकायां चषकं स्थापयतु, तस्य मुखभागञ्च पत्रेण आवृणोतु तथा पत्रस्य मध्यभागे नाणकं स्थापयतु।
2. पत्रं बलेन अपसारयतु।

भवान् द्रक्ष्यति यत् नाणकं चषके पतति। किं भवता चिन्तितं कुत एवं भवति? चषकस्य उपरि स्थितमासीत् नाणकम्। यस्मात् एतस्योपरि किमपि बलं न प्रयुक्तमासीत् तस्मात् तत् स्वस्थाने एव स्थितमासीत् परन्तु अधोदेशात् पत्रस्य अपसारणादेव तत् चषके पतितम्।

fVIi.kh

fØ;kdyki% 5-4

Hkork fd% dr0;e~ & चलवस्तुनः चलनस्वभावः अवलोकनीयः।

Hkork fde~ vif{krEk~ & पादुकाधानम्, कन्दुकम्

Hkork dFka dj.kh;e~ &

1. पादुकाधानस्य मुखावरणम् अपसारयतु। आधानस्य प्रस्थभागतः अपरमेकं स्थूलफलकम् अपसारयतु। आधानस्य अपरभागस्थवेष्टने कन्दुकं संयोज्य स्थापयतु।
2. गतेः विपरीतदिशि स्थितेन वेष्टनेन सह कन्दुकं यथा युक्तं भवेत् तदर्थम् उत्पीठिकायाः प्रान्तभागस्थितम् आधानं हस्तेन सञ्चालयतु।
3. चलद् आधानं शनैः शनैः स्थिरीकरोतु।

Hkork fd% –"Ve~ &

स्थूलफलकनिर्मितम् आधानं निश्चलं विदधामश्चेदपि कन्दुकेन चलनं प्रारभ्यते तथा उन्मुक्तभागतः बहिः निर्गम्यते।

fd% Hkork fpfUrr% dFkeo Hkofr

यदा पेटिका चलन्ती आसीत् तदा तदन्तःस्थं कन्दुकमपि तद्वेगेनैव चलद् आसीत्। पेटिका स्थगिता चेदपि तदन्तःस्थं कन्दुकं स्वीयपूर्ववेगेनैव गच्छद् अस्ति, यतो हि कन्दुकस्य चलनात् निवर्तनाय किमपि बलं न प्रयुक्तम्।

उपरि वर्णितस्य क्रियाकलापस्य निष्कर्ष एव न्यूटनवर्यस्य प्रथमनियमरूपेण अवगन्तव्यः। एतन्नियमानुसारं "किमपि वस्तु स्थिरं तिष्ठति चेत् तत् स्थिरमेव

स्थास्यति, एवमेव किमपि वस्तु चलति चेत् तत् चलदेव भविष्यति यावत् तस्मिन् वस्तुनि किमपि बाह्यम् असन्तुलितं बलं न प्रयुज्येत" इति।

असन्तुलितबलस्य अवगमनाय अस्माभिः रज्जुकर्षणस्पर्धायां स्थिताया रज्ज्वा स्थितिर्विचारणीया। ताम् आकर्षन्तौ द्वावेव पक्षौ यदि समानमेव बलं प्रयुङ्क्तः तदा रज्जौ प्रयुक्तं समग्रं बलं शून्यं भविष्यति, रज्जुश्च सन्तुलिता स्थास्यति। परन्तु यदि अन्यतरपक्षस्य बलम् अधिकं भवति तदा तदिरिक्तं बलमेव असन्तुलितं बलमित्युच्यते। तस्मादेव कारणात् रज्जुः तस्य पक्षस्य अभिमुखम् आकृष्टा भवति।

¼2½ U;wVuegksn;L; xfrfo"k;dk f}rh;k fu;e%

एतस्य नियमस्य अवगमनायापि द्वे कार्ये सहायके भवतः।

पृथक् पृथक् द्रव्यमानविशिष्टयोः वस्तुनोः उपरि सन्तुलितं बलं प्रयुञ्ज्मः चेत् तयोरुत्पन्ने त्वरणे कुतः पार्थक्यं दृश्यते?

fØ;kdyki% 5-5

Hkkork fd! dr0;Ek & न्यूटनमहोदयस्य गतेर्द्वितीयो नियमः अध्येतव्यः।

Hkkork fde! vi{kkrEk & एतदर्थं भवान् एकं क्रिकेटकन्दुकम् (अधिकभारयुक्तम्) एकं टेनिसकन्दुकं (अल्पभारयुक्तम्) स्वीकरोतु।

Hkkork dFk! dr0;e! & कन्दुकद्वयमेव भूमौ परस्परं सन्निधौ स्थापयतु, मार्जन्या दण्डेन वा समकालमेव प्रहरतु च। ततः अवलोकयतु कतरत् वेगेन उभयं गच्छति तथा अधिककालं यावत् गच्छति।

Hkkoku! æ{;fr ;r! & टेनिसकन्दुकम् अधिकवेगेन अधिककालं

व्याप्य च गच्छति। एतेन अयं निष्कर्ष आयाति यत् द्वयोः वस्तुनोरुपरि सन्तुलितं बलं प्रयुज्यते चेत् तयोः समुत्पन्नं त्वरणं तयोः द्रव्यमानस्य व्युत्क्रमानुपाति भवति।

fØ;kdyki% 5-6

Hkork fd dr0;e & कस्मिंश्चिद् वस्तुनि प्रयुक्तस्य बलस्य परिमाणं परिवर्त्यते चेत् तत्रत्ये त्वरणे कः प्रभावो भवति?

Hkork fde vif{kre & किमपि एकं कन्दुकम्, मार्जनी चेति।

Hkork dFk dr0;e &

1. भूतले कन्दुकं स्थापयतु।
2. मार्जनीद्वारा स्वल्पबलप्रयोगेण तत्प्रहरतु पश्यतु च कियद्दूरं गत्वा तत् स्थिरं भवति।
3. पुनश्च तत्कन्दुकं समाने एव स्थाने संस्थाप्य अधिकबलेन प्रहरतु पश्यतु च कियद्दूरं गत्वा तत् स्थिरं भवति।

Hkoku æ{;fr ;r & अधिकबलप्रयोगेण प्रहरामश्चेत् कन्दुकम् अधिकदूरं गत्वा स्थिरं भवति, यतो हि तस्मिन् त्वरणम् अधिकं तिष्ठति। एतेन अस्माभिः अयं निष्कर्षो वक्तुं शक्यते यत् वस्तुनः त्वरणं तस्मिन् प्रयुक्तबलस्य समानुपाति भवति।

उपरि प्रतिपादितस्य क्रियाकलापस्य निष्कर्ष एव न्यूटनमहोदयस्य द्वितीयगतिनियम इत्युच्यते। अतः अनेन नियमेन अयं निष्कर्ष आयाति यत्

कस्मिंश्चिद् वस्तुनि प्रयुक्तं बलं वस्तुनः द्रव्यमानेन तथा बलप्रयोगात् वस्तुनि उत्पन्नेन त्वरणेन सह समानं भवति। तथाहि –

बलम्

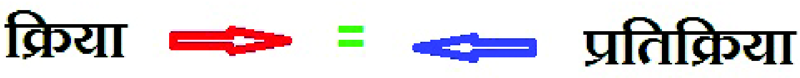
द्रव्यमानम्

त्वरणम्

बलस्य मापकं न्यूटन (छ) इति भवति। एकं न्यूटनबलं तादृशं बलं भवति यत् १ किलोपरिमितद्रव्यमानविशिष्टे वस्तुनि प्रयुज्यते चेत् तस्मिन् १उे–२ त्वरणमुत्पद्यते। १छ बलपरिमाणस्य अवगमनाय करमूले १००इ भारं स्थापयित्वा तेन उत्पन्नं बलम् अनुभवतु। एतत् प्रायः १छ बलपरिमितं भवति।

¼3½ U;wVugkn;L; xfrfo"k;dk r`rh;k fu;e%

५.३ संख्यकचित्रस्थां स्थितिं विचारयतु। यदि नदीस्थिताया नावः तटं प्रति भवान् कूर्दति तदा कस्यां दिशि नावं बलेन अपसारयति? स आघातः किं तटस्य विपरितदिशि भवति? भवता किं चिन्तितं कथमेवं भवति? न्यूटनगतिविषयकतृतीयनियमानुसारम् एतस्य व्याख्यानं दातुं शक्यम्। एतन्नियमानुसारं प्रत्येकं क्रियाणाम् विपरितदिशि समाना एव प्रतिक्रिया भवति। भवता जलं प्रति नावि बलप्रयोगः क्रियते चेत् नौः अपि तटं प्रति भवति समानमेव बलप्रयोगं करोति।



चित्र 5.3 न्यूटन का गति का तीसरा नियम

fVIi.kh

fØ;kdyki% 5-7

Hkork fd drO;e & वायुगोलक्षेपण्या (Balloon rocket) गतेः तृतीयनियमः अध्येयः।

Hkork fdeif{kre & एका वायुगोलक्षेपणी, तन्तुः, द्वे कीले, बन्धपट्टिका (cello tape), कागदनालिका चेति।

Hkork dFka drO;e &

1. प्रकोष्ठस्य विपरीतदिक्स्थितभित्तौ कीलद्वयं योजयतु।
2. एकस्मिन् कीले तन्तोरेकम् अन्तम् बध्नातु।
3. तन्तोः अपरान्तः कागदनलिकामध्यतः प्रवेशनीयः। बहिरागतम् अन्तम् विपरीतकीले वितन्य बध्नातु।
4. वायुगोलं वायुना प्रपूर्य तस्य मुखभागम् आवृत्य गृह्णातु। बन्धपट्टिकां वायुगोले संयोज्य कागदनलिकया संयोजयतु।
5. इदानीं वायुगोलं त्यजतु यथा तदन्तःस्थः वायुः मुखभागात् शनैः शनैः बहिः निःसरेत्।

Hkork fd –"Ve & यस्यां दिशि वायुगोलात् वायुः निःसरति सूत्रबद्धवायुगोलः तद्विपरीतदिशि गच्छति। एतेन भवान् निष्कर्षमिमं वक्तुं शक्नोति यत् प्रत्येकं क्रियाणाम् विपरीतदिशि समाना एव प्रतिक्रिया भवति।

LorU=r;k iru'khykfu oLrfu

किमपि वस्तु भूतलस्योपरि उत्तोल्य त्यज्यते चेत् सर्वदा तत् नीचैः एव पतति। किं भवता चिन्तितं कुत एवं भवति? वृक्षात् पतत् सेवफलं दृष्ट्वा

न्यूटनमहोदयेन सर्वाणि नाम सेवफलानि कस्मात् कारणात् अधः एव निपतन्ति इति यदा चिन्तितं तदा तेन इदम् अभ्युपगतम् यत् पृथिव्या स्वदिशि आकर्षणादेव इदं भवतीति। पृथिव्या इदं बलं गुरुत्वबलमित्युच्यते।

कस्मिंश्चिद् वस्तुनि बलं प्रयुज्यते चेत् त्वरणमुत्पद्यते। पृथिव्या गुरुत्वबलाकर्षण–कारणादेव अधः पतनशीलवस्तुनि उत्पन्नमिदं त्वरणं गुरुत्वत्वरणम् इत्युच्यते। एतत् g – इत्यनेन निरूप्यते तथा एतस्य मानं भवति $9.8 ms^{-2}$ इति। अर्थात् स्वतन्त्ररूपेण पृथिव्या अभिमुखं गमनशीलस्य वस्तुनो वेगं १ क्षणे ९.८ मीटर् वर्धते। भवता एतद् ज्ञात्वा आश्चर्यम् अनुभूयेत यत् g इत्यस्य मानं वायोः द्रव्यमाननिर्भरं नास्ति। अधिकभारविशिष्टं वस्तु येन त्वरणेन अधः पतति तेनैव त्वरणेन स्वल्पभारविशिष्टं वस्तु अपि। एतदेव कारणं यत् एकं लौहनिर्मितं कन्दुकं तथा काष्ठनिर्मितं कन्दुकम् एकस्मिन्नेव काले उच्चौः स्थानात् भवता त्यज्यते चेत् कन्दुकद्वयं समकालमेव पृथिवीं स्पृशति।

æO;eku Hkkj'p

वस्तुनः द्रव्यमानं भारश्चेति पृथक् परिमाणद्वयं भवति। वस्तुनो द्रव्यमानं नाम येन साधनेन तद् वस्तु निर्मीयते तत्साधनपरिमाणम्। कांस्यपात्रस्य भारः ½ किलो भवति चेत् एतदवगन्तव्यं तस्मिन् पात्रे ½ कालोपरिमितम् कांस्यमस्ति।

वस्तुनो भारः तादृशं बलं भवति, येन पृथिवी तद् वस्तु स्वाभिमुखम् आकर्षति। भारस्य एकं मात्रकं न्यूटनं भवति अपरं मात्रकं भवति किलोग्रामभारः (kg wt)।

1kg wt = 9.8 न्यूटनानि

वयम् एतद्वक्तुं शक्नुमो यत् पात्रस्य भारः २ केजि (kg wt) अथवा 4.9 न्यूटनानि।

भार–द्रव्यमानयोर्मध्ये अयं सम्बन्धो वर्तते –

भारः   द्रव्यमानम्   गुरुत्वीयत्वरणम्

स्कन्दतुलया वयं भारं मामः, भौतिकतुलया च द्रव्यमानम्। एकस्मात् स्थानाद् भिन्नस्थानं नीयते चेद् अपि वस्तुनः द्रव्यमानं न परिवर्तते, परन्तु तस्य भारः परिवर्तेत। यतो हि 'g' इत्यस्य मानं विभिन्नस्थानेषु भिन्नं भिन्नं भवति। पृथिव्यां यस्य वस्तुनः भारः ६० केजि भवति चन्द्रे तस्य भारः केवलं १० केजि भविष्यति यतो हि चन्द्रे गुरुत्वीयत्वरणस्य मानं पृथिव्यपेक्षया १/६ परिमितं भवति।

5-4 ?k"k.kcyEk

घर्षणस्य अवबोधनाय वयम् एकं कार्यं कुर्मः।

fØ;kdyki% 7-8

Hkork fd dr0;e & घर्षणबलं सर्वदा भूपृष्ठस्य प्रकृत्यनुसारि भवति।

Hkork fdeif{kre & ३० (सेमि) दीर्घा काष्ठनिर्मिता मापिका, द्वे स्थूलपुस्तके, व्यवहृतकरदीपविद्युत्कोषः काचगोलो वा, मसृणवस्त्रस्य अर्धमिटरदैर्घ्यदशसेन्टिमिटरप्रस्थविशिष्टो खण्डः।

Hkork dFk dr0;e &

1. मापिकायाः ऊर्ध्वभागः पुस्तकयोरुपरि संस्थाप्य एकम् आनतं समतलं निर्मातु

fVIi.kh

2. आनतसमतले अधोभागात् प्रायः २० सेमिपरिमितदूरे एकं चिह्नम् अङ्कयतु।
3. अधुना अङ्कितचिह्नस्थाने विद्युत्कोषं काचगोलं वा संस्थाप्य त्यजतु येन तद्वस्तु आनततले परिवृत्य भूतले पतति।
4. विद्युत्कोषः (काचगोलो वा) भ्रमन् अधः कियद् दूरं गत्वा स्थिरो भवति इति पश्यतु तत्र च चिह्नमङ्कयतु।
5. अधुना भार्मणि (टेबल) वस्त्रं प्रसार्य स्थापयतु तथा च विद्युत्कोषं तस्मादेव स्थानात् पुनः भ्रामयतु। अथ तद् वस्तु वस्त्रोपरि भ्रमत् कुत्र स्थिरं भवति तत्स्थाने चिह्नमङ्कयतु।

Hkork –"V यत् वस्त्रोपरि विद्युत्कोषः सामान्यं दूरं तथा केवलं भूपृष्ठे अधिकं दूरं गच्छति।

एतेन अस्माकमयं निष्कर्ष आगतो यत् विविधेषु तलेषु घर्षणबलस्य परिमाणं भिन्नं भवति।

घर्षणस्य यथा उपकारः अस्ति तथैव अपकारोऽपि। आगच्छतु घर्षणस्य उपकारविषये अपकारविषये च किञ्चिद् विस्तरेण अवगच्छामः।

?k"k.kL; midkjk%

1. यदि घर्षणं न स्यात् अस्माकं चलनमेव कठिनं स्यात्। किं भवान् मसृणभूतले अथवा शैवलग्रावणि सारल्येन गन्तुं समर्थः?
2. घर्षणाभावे चलवस्तुनः रोधः असम्भवः यतो हि केवलं घर्षणबलमेव चलवस्तुनो गतिं विरुन्धत् तां निवारयति।

3. घर्षणाभावे कस्यापि वस्तुनो ग्रहणं न सम्भवति। वस्तु–अङ्गुलीनां मध्ये उत्पन्नं बलमेव तद्वस्तुनो ग्रहणे सहायकं भवति।

4. घर्षणं विना अग्निशलाकानां दहनं कर्तुं भवान् शक्नोति वा? आदिममानवोऽपि परस्परम् अग्निप्रस्तरद्वयस्य घर्षणादेव अग्निं प्रज्वालितवान्।

5. द्विचक्रिकायानस्य अरस्य तथा गतिरोधकपृष्ठस्य मध्ये घर्षणेनैव यानं स्थगितं भवति।

?k"kZ.kL; vidkjk%

1. यन्त्रस्य बहवः अंशाः परस्परं संहताः सन्तः चलन्ति। एवं घर्षणकारणात् ते जीर्णा भवन्ति तेषां जीवनकालश्च क्षीयते।

2. घर्षणकारणात् द्रव्यांशाः उष्णीभवन्ति तस्मादेव कारणात् बहुशक्तीनां नाशो भवति। तथा च यन्त्रस्य कार्यक्षमता अपक्षीयते।

एतेभ्यः अपकारेभ्यः रक्षणाय यन्त्रेषु घर्षणस्य न्यूनीकरणम् अत्यावश्यकं भवति। सीवनयन्त्रेषु एतदर्थं तैलं प्रदीयते, द्विचक्रिकासदृशेषु यन्त्रेषु च केशभारुः (hair bearing) वेल्लनभारुः (roller bearing) वा उपयुज्यते।

ikBxrk% ç'uk% 5-3

1. अधोलिखितस्थितिषु गतेः को नियम उपयुज्यते?

   क) मार्गे पतितं नाणकं तत्रैव पतितं तिष्ठति यावत् कोऽपि तन्न अपसारयति।

   ख) जलपूर्णं कुम्भं शिरसि धारयन्ती गच्छन्ती महिला कुम्भे तावदेव बलम् उपयुनक्ति यावत् कुम्भः तस्याः शिरसि उपयुनक्ति।

ग) एकं क्रीडनकयानं तथा वास्तविकयानं समानबलप्रयोगेन अपसार्यते चेत् क्रीडनकयाने अधिकं त्वरणमुत्पद्यते।

2. प्रदत्तेषु शब्देषु उपयुक्तं शब्दं चित्वा रिक्तस्थानं पूरयत।

क) चन्द्रे भवतः द्रव्यमानं, पृथिव्यां भवतः द्रव्यमानापेक्षया .... (समानम्, अधिकम्, न्यूनम्) भवति।

ख) चन्द्रे भवतः भारः पृथिव्यां भवतः भारापेक्षया .... (समानम्, अधिकम्, न्यूनम्) भवति।

ग) यन्त्रे तैलं .... (घर्षणस्य, बलस्य, गुरुत्वबलस्य) न्यूनीकरणार्थमुपयुज्यते।

HkoUr% fd; f'kf{krorUr%

समयानुसारं यस्य वस्तुनः स्थितौ परिवतनं भवति तद् वस्तु गतिमद् भवति। यस्य च स्थितौ समयानुसारं परिवर्तनं न भवति तत् स्थिरमित्युच्यते।

- एकस्मिन् रैखिकपथि गच्छतो वस्तुनः गतिः रैखिकगतिरित्युच्यते।
- यदि समयानुसारं वस्तु गतेः दिशं परिवर्तयति तदा तादृशी गतिः यादृच्छिकी गतिरित्युच्यते।
- चक्रक्रीडनकवत् किमपि वस्तु गोलाकारं घूर्णति चेत् तादृशी गतिः घूर्णनगतिरित्युच्यते।
- यदि वस्तु दोलावत् असकृद् एकस्य मध्यविन्दोः सम्मुखभागे पृष्ठदेशे च गमनागमनं करोति चेत् तस्य गतिः दोलनगतिरित्युच्यते।
- केनचिद् वस्तुना अतिक्रान्तं दूरत्वं तस्य मार्गस्य दैर्घ्यं भवति, येन मार्गेण गच्छत् तत् प्रारम्भिकस्थानतः अन्तिमस्थानं प्राप्नोति। दूरत्वस्य मात्रकं मीटर् भवति।

- वस्तुनः प्रारम्भिकस्थितितः अन्तिमस्थितिं यावत् अतिक्रान्तं न्यूनतमं दूरत्वं भवति विस्थापनम्। एतस्य मात्रकमपि मीटर् एव भवति।

- एकाङ्ककाले अतिक्रान्तं दूरत्वं चाल इत्युच्यते। एकाङ्कसमये जायमानं विस्थापनं वेग इत्युच्यते। द्वयोरपि मात्रकं मीटर प्रतिक्षणम् अथवा ms^{-2} वा भवति।

- एकाङ्कसमये वस्तुनः वेगे जायमानं परिवर्तनं त्वरणमित्युच्यते। एतस्य मात्रकं ms^{-2} भवति।

- वस्तुनः बलात् अपसारणम् आकर्षणं वा बलमित्युच्यते।

- न्यूटनगतिविषयकप्रथमो नियमो निगदति यत् वस्तुनः गतेः विरामस्य वा स्थितिः तावत् न परिवर्तते यावत् तस्योपरि असन्तुलितबलं न प्रयुज्यते।

- न्यूटनगतिविषयकद्वितीयनियमानुसारं बलम्–द्रव्यमानम्–त्वरणम्।

- न्यूटनगतेः तृतीयो नियमः कथयति यत् प्रत्येकं क्रियाया विपरीतदिशि समाना एव प्रतिक्रिया भवति।

- स्वातन्त्र्येण पतनशीलं वस्तु पृथिव्या गुरुत्वबलकारणात् अधः निपतति तथा च तस्मिन् $9.8ms^{-2}$ त्वरणमुत्पद्यते।

- यदा एकं तलम् अपरस्मिन् तले अवसर्पति तदा तयोर्गतेः रोधाय तयोर्घर्षणबलं प्रभावि भवति।

- घर्षणस्य यथा उपकाराः सन्ति तथैव अपकारा अपि।

d{kk & %

ikBkUrk% ç'uk%

fVIi.kh

1. गतिशीलानां स्थिराणां च वस्तुनां प्रत्येकम् उदाहरणद्वयं लिखत।
2. गतेः प्रकाराः के? प्रत्येकं प्रकारस्य उदाहरणं दीयताम्।
3. भवान् द्विचक्रिकायानेन १०५–मिटरपरिधिविशिष्टं वृत्तं परिक्रामति। अत्र भवतः विस्थापनं तथा भवता अतिक्रान्तं दूरत्वं कियत् ?
4. एको बालः १० क्षणेन ५० मिटरपरिमितं दूरत्वं धावति। तस्य चालः कियान् भवति?
5. त्वरणस्य परिभाषा का? एतस्य मात्रकं किम्?
6. बलं किम्? बोधयत।
7. तस्य बलस्य नाम कथयतु, येन पृथिवी स्वकेन्द्रस्थलं प्रति प्रत्येकं वस्तु आकर्षति?
8. वस्तुनः द्रव्यमानस्य परिमापनाय उपयुक्तस्य उपकरणस्य नाम किम्?
9. वस्तुनः भारस्य परिमापनाय उपयुक्तस्य उपकरणस्य नाम किम्?
10. वर्षणात् परमेव सिक्तमृत्तिकाविशिष्टे भूतले द्विचक्रिकायानस्य चालनं क्लेशकरं कथं भवति?
11. घर्षणस्य त्रीन् उपकारान् द्वौ अपकारौ च कथयतु।
12. घर्षणस्य न्यूनकरणाय उपायद्वयं कथयतु।
13. पादकन्दुकक्रीडनकाले बालकस्य गतिः यादृच्छिकी गतिः कस्मात् कारणात् कथ्यते?

14. न्यूटनस्य गतिनियमं कथयतु।

15. बलमात्रकस्य (न्यूटनस्य) परिभाषां लिखत।

16. अधोलिखितयोः परस्परं भेदं स्पष्टयत –
    (i) दूरत्वं, विस्थापनञ्च
    (ii) चालः, वेगश्च
    (iii) द्रव्यमानं, भारश्च

17. 'क'तालिकायां प्रदत्तपरिमाणानि सह 'ख'तालिकायां प्रदत्तमात्रकैः सह मेलयन्तु।

¼d½	¼[k½
1. वेगः	(a) N
2. त्वरणम्	(b) ms^{-1}
3. बलम्	(c) Ms^{-2}
4. द्रव्यमानम्	(d) m
5. दूरत्वम्	(e) kg

18. अधोलिखितेषु उचितस्य उत्तरस्य पार्श्वे ( ) इति चिह्नं स्थापयतु।
    (क) घटीयन्त्रस्य दोलकदण्डस्य गतिः कीदृशी गतिर्भवति?
        (i) रैखिकगतिः
        (ii) यादृच्छिकी गतिः
        (iii) दोलनगतिः
        (iv) घूर्णीयगतिः

(ख) यदि भवान् चक्रदोलया (merry-go-round) यस्मात् स्थानात् गमनं प्रारभ्य वृत्ताकारेण परिवर्त्य तस्मिन्नेव स्थाने अवतरति तदा भवतो विस्थापनं कियद् भवति?

(i) चक्रदोलकयानस्य परिधिसमम्

(ii) शून्यम्

(iii) चक्रदोलकयानस्य व्याससमम्

(iv) चक्रदोलकयानस्य परिधेः दशगुणितम्

(ग) दीपावल्यां क्षिपन्ती क्षेपणी अधोलिखितेषु कस्मिन् सिद्धान्ते अन्तर्गच्छति?

(i) न्यूटनगतेः प्रथमो नियमः

(ii) न्यूटनगतेः द्वितीयो नियमः

(iii) न्यूटनगतेः तृतीयो नियमः

(iv) उपर्युक्तेषु कोऽपि न

(घ) केन बलेन भवान् गतिरोधकद्वारा चलद् द्विचक्रिकायानं स्थगयति?

(i) गुरुत्वाकर्षणबलम्

(ii) प्रतिक्रियाबलम्

(iii) घर्षणबलम्

(iv) चुम्बकीयबलम्

(ड.) यदि कोऽपि अर्धघण्टया २०किलोमीटर्–पर्यन्तं दूरत्वमतिक्रामति तदा तस्य चालः कियान् भवति?

(i) प्रतिघण्टं १०किलोमिटर्–परिमितः

(ii) प्रतिघण्टं २०किलोमिटर्–परिमितः

(iii) प्रतिघण्टं ४०किलोमिटर्–परिमितः

(iv) प्रतिघण्टं ८०किलोमिटर्–परिमितः

(च) गतेः नियमं को वैज्ञानिकः प्रस्तुतवान्?

(i) अरिस्तटलः

(ii) ग्यालिलिओ

(iii) फाराडे

(iv) न्यूटनः

mÙkjekyk

5-1

1. गतिशीलाः – क., ख., ग., विरामावस्थायाम्– ग.

2. (क) यादृच्छिकी गतिः

(ख) दोलनगतिः

(ग) रैखिकगतिः

(घ) वृत्तीयगतिः

d{kk & %

fVIi.kh

5-2

1. (क) लम्बः,

   (ख) दूरत्वम्,

   (ग) दिक् –३०,

   (घ) त्वरणम्

2. मीटर्/क्षणम्

3. मीटर्/क्षणम्

5-3

1. (क) प्रथमनियमः

   (ख) तृतीयनियमः

   (ग) द्वितीयनियमः

2. (क) समानम्

   (ख) न्यूनम्

   (ग) घर्षणम्